

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**
⑩ **DE 299 02 127 U 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
B 23 Q 3/155

⑦1 Aktenzeichen: 299 02 127.0
⑦2 Anmeldetag: 9. 2. 1999
⑦3 Eintragungstag: 29. 6. 2000
⑦4 Bekanntmachung
im Patentblatt: 3. 8. 2000

⑦3 Inhaber:

Ludwig Demmeler GmbH & Co., 87751
Heimertingen, DE

⑦4 Vertreter:

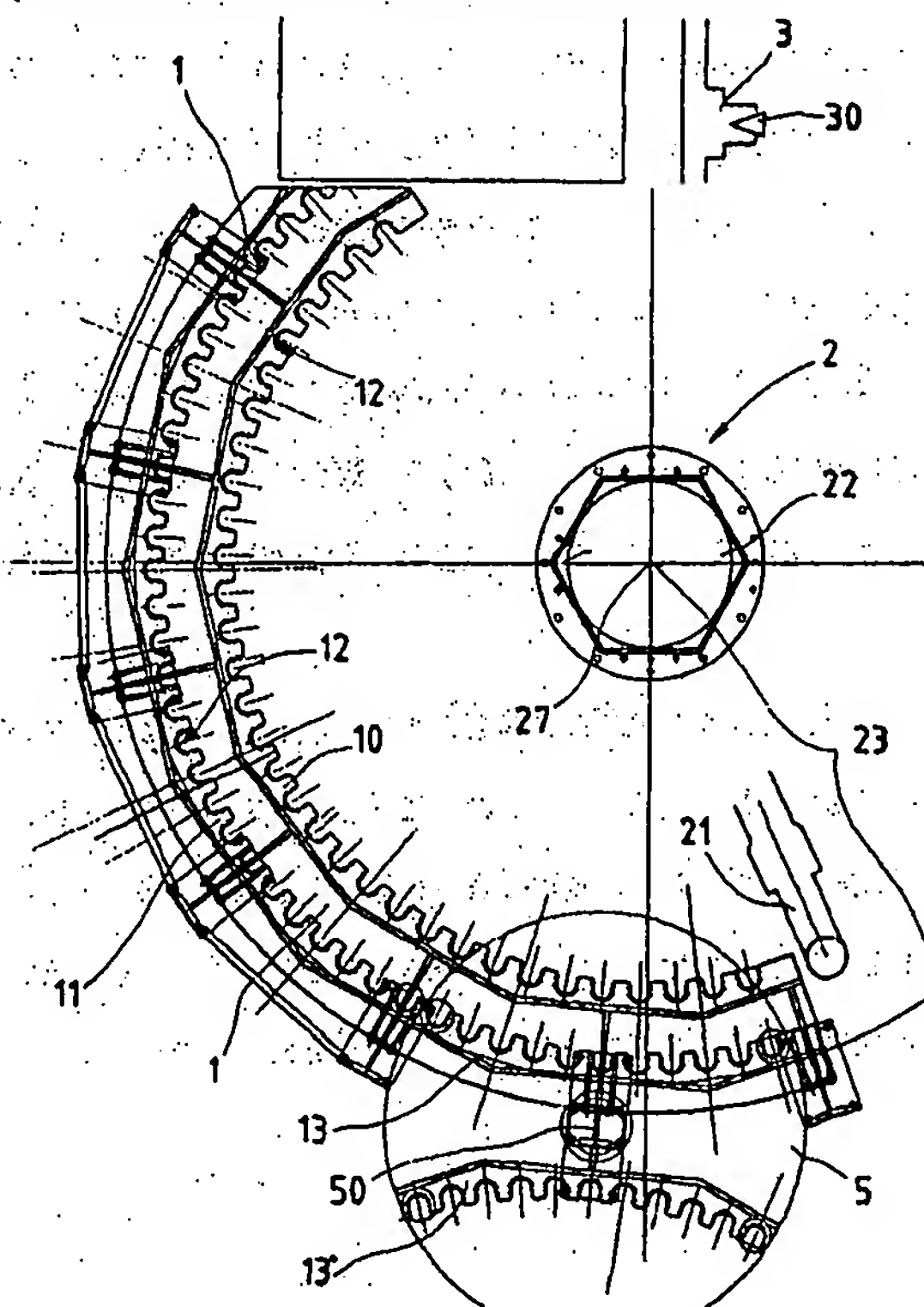
H. Pfister u. Kollegen, 87700 Memmingen

⑤6 Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE 41 16 091 C1
DE 195 10 498 A1
DE 34 40 604 A1
DE 298 21 047 U1
DD 66 547

⑤4 System zum Wechseln und Einlegen bzw. Vorlegen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen

⑤7 System zum Wechseln und Einlegen beziehungsweise Vorlegen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen, wobei die Werkzeuge in einem Lager vorgehalten werden, und eine Vorrichtung vorgesehen ist, die mindestens teilweise entlang mehrerer Achsen beweglich ist und die Werkzeuge aus dem Lager zu der Arbeitsspindel der Werkzeugmaschine transportiert und gegebenenfalls die Werkzeuge in diese einsetzt und gegebenenfalls wieder in das Lager zurückbringt, dadurch gekennzeichnet, daß als Vorrichtung (2) ein aus mehreren, gelenkig (29) miteinander verbundenen Armelementen (21), bestehender Roboter (20) vorgesehen ist.



DE 299 02 127 U 1

DE 299 02 127 U 1

PFISTER & PFISTER

PATENTANWÄLTE

Dipl.-Ing. Helmut Pfister
European Patent Attorney

Dipl.-Phys. Stefan Pfister

D-87700 Memmingen/Bayern

Büro 1: Herrenstraße 11

Telefon 08331/2412

Telefax 08331/2407

Büro 2: Buxacher Straße 9

Telefon 08331/65183

Telefax 08331/65185

Postgiroamt München

134339-805 (BLZ 70010080)

Bayer. Vereinsbank Memmingen

2303396 (BLZ 73120075)

USt-Id. Nr. · Vat Reg. No. · N° CEE

DE 129066032

09. FEB. 1999

Ludwig Demmeler GmbH & Co.
Alpenstraße 10, 87751 Heimertingen

"System zum Wechseln und Einlegen beziehungsweise Vorlegen
von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen"

Die Erfindung betrifft ein System zum Wechseln und Einlegen, beziehungsweise Vorlegen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen, wobei die Werkzeuge in einem Lager vorgehalten werden und eine Vorrichtung vorgesehen ist, die mindestens teilweise entlang mehrerer Achsen beweglich ist und die Werkzeuge aus dem Lager zu der Arbeitsspindel der Werkzeugmaschine transportiert und gegebenenfalls die Werkzeuge in diese einsetzt und gegebenenfalls wieder in das Lager zurückbringt.

Bei Werkzeugmaschinen, wie zum Beispiel Mehrachsen-Bearbeitungszentren, werden komplexe Bearbeitungsschritte an Werkstücken durchgeführt. Zum Beispiel sind an einem Motorblock die unterschiedlichsten Bearbeitungen mit unterschiedlichsten Werkzeugen durchzuführen und es ist daher notwendig, bei der Bear-

DE 299 02 127 U1

beitung mehrmalig das Bearbeitungswerkzeug zu wechseln. Es sind hierzu Vorrichtungen bekannt, die portalartig über ein Lager verfahrbar sind und einen Greifer aufweisen, der das gewünschte Werkzeug ergreift und dieses an die Arbeitsspindel transportiert. Die Systeme können hierbei verschiedene Stufen von Komfortabilität aufweisen. Einfache Systeme legen das ausgewählte Werkzeug im Bereich der Arbeitsspindel nur vor, führen aber den eigentlichen Werkzeugwechsel an der Arbeitsspindel nicht aus. Kompliziertere, und gleichzeitig auch komfortablere Systeme, tauschen die Werkzeuge in der Arbeitsspindel aus, wozu allerdings für den Greifer regelmäßig zusätzliche Bewegungsmöglichkeiten vorgesehen sind.

Das Werkzeug, welches nicht mehr benötigt wird, wird nach der Bearbeitung wieder in das Lager zurückgebracht.

Nachteilig bei den vorgenannten Systemen ist der verhältnismäßig große Platzaufwand, der aufgrund der Portalbauweise entsteht. Auch ist das Portal für dieses System jedesmal eine Sonderanfertigung, weswegen verhältnismäßig hohe Konstruktionskosten, auch bei der Programmierung der Ansteuerung entstehen.

Im Hinblick auf die Lagerung ist zu beachten, daß die Werkzeuge unterhalb des Portales anzuordnen sind. Die Werkzeuge müssen daher in einer horizontal orientierten Ebene mit ausreichend Abstand nebeneinander so angeordnet sein, daß der Greifer die Werkzeuge gut erreichen und ergreifen kann. Daraus resultiert eine verhältnismäßig schlechte Platzausnutzung bei der Lagerung. Bei komplexen Bearbeitungsstationen muß dementsprechend das Portal vergrößert werden, um eine größere Lagerfläche überstreichen zu können.

Die vorliegende Erfindung hat es sich zur Aufgabe gemacht, die bekannten Systeme zum Wechseln, Einbeziehungsweise Vorlegen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen dahingehend zu verbessern,

daß diese kostengünstiger herstellbar sind und gleichzeitig eine höhere Effizienz haben.

Gelöst wird diese Aufgabe durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Systems, wie oben beschrieben, derart, daß als Vorrichtung ein aus mehreren, gelenkig miteinander verbundenen Armelementen bestehender Roboter vorgesehen ist.

Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag wird erreicht, daß der sonst übliche, aufwendige Spezialmaschinenbau für die Vorrichtung zum Transportieren, Greifen und Manipulieren des Werkzeuges ersetzt wird, durch ein zigtausendfach bewährtes Element in der Fertigungstechnik, einem Mehrachs- oder Mehrgelenkroboter (Knickarmroboter). Aufgrund der ausgereiften Technik in diesem Bereich, die sich auch bei der entsprechenden Ansteuerung günstig auswirkt, können diese Roboter kostengünstiger bereitgestellt werden als vorgenannte Portalvorrichtungen, die per Spezialmaschinenbau zu erstellen sind. Der Roboter wird hierbei vor ein Lager gestellt und ist somit in der Lage das an beliebigen Positionen im Lager aufgebahrte Werkzeug zu ergreifen und zu transportieren. Durch die Mehrgelenkigkeit des Roboterarmes sind auch schwierige Hebebewegungen problemlos möglich. Neben der Einsparung bei der Realisierung der Werkzeugtransportvorrichtung durch den Roboter wird dadurch auch ein hohes Maß an Freiheit bei der Gestaltung des Lagers erreicht, welches somit an die jeweiligen Platzbegebenheiten anpaßbar ist.

Als Roboter wird hierbei beispielsweise ein Knickarmroboter mit mindestens sechs Achsen (zum Beispiel drei Rotations- und drei Gelenkachsen) eingesetzt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß das Lager durch mehrere, übereinander angeordnete Werkzeugreihen gebildet ist und das Lager im Arbeitsraum des Roboters angeordnet ist. Aufgrund der hohen Beweglichkeit des

110299

Roboters, beziehungsweise des Roboterarmes ist eine beliebige Ausgestaltung des Lagers möglich. Als Arbeitsraum wird hierbei der Raum angesehen, welcher von dem Roboterarm überstrichen wird. Dieser Raum wird begrenzt durch einen maximalen Aktionsradius des Roboterarmes. Die Werkzeuge werden mit horizontal oder vertikal orientierten Schäften im Regal gehalten, wobei sich der Roboter der jeweiligen Orientierung des Werkzeuges anpaßt. Daneben ist es möglich, jeden beliebigen anderen Winkel für die Anordnung der Werkzeuge zu wählen, der von dem Roboter in gleicher Weise erreicht wird. Der Roboter bietet dabei auch den Vorteil, daß er in der Lage ist, verhältnismäßig hohe Werkzeuggewichte (bis zu ca. 100 kg) mit der gleichen Genauigkeit und annähernd der gleichen Geschwindigkeit zu transportieren, wie verhältnismäßig kleine Werkzeuge. Dabei kann für die Positionssteuerung des Roboters auf einen großen Erfahrungsschatz zurückgegriffen werden, wodurch ein weiterer Kostenvorteil bei der Realisierung dieses Systems entsteht. Für den Fall, daß Mehrspindelköpfe oder Winkelköpfe einzuwechseln sind, sind entsprechende Robotertypen einsetzbar, die in der Lage sind, das hohe Gewicht (oft bis zu 350 kg) der Werkzeuge zu heben und zu manipulieren.

In einer Variante der Erfindung ist vorgesehen, Werkzeugreihen des Lagers tribühnenartig anzuordnen. Die Werkzeugreihen sind hierbei nicht in einer im wesentlichen vertikalen Ebene übereinander angeordnet, sondern von unten nach oben zurückgesetzt. So wächst zwar die Tiefe des Lagers, aber gleichzeitig wird eine große Variabilität bei der Anordnung unterschiedlich langer oder sonstwie dimensionierter Werkzeuge in dem Lager erreicht, da diese problemlos nebeneinander angeordnet werden können, ohne auf höheren oder niedrigeren Werkzeugreihen angeordnete Werkzeuge unzugänglich zu machen. Durch diese Ausgestaltung wird eine hohe Effizienz bei der Ausnutzung des Platzes erreicht, da eine hohe Werkzeugdichte im Arbeitsraum des Roboters vorgehalten wird. Dabei ist die Bauhöhe des Regal-

DE 299 02 127 11

11.02.99

oder auch gleichzeitig mit den beiden Greifelementen ergreift. Durch diese Ausgestaltung wird erreicht, daß auch in Regalen in denen mehrere Werkzeugreihen nebeneinander (in einer horizontalen Ebene) angeordnet sind, ein schneller Zugriff auf das benötigte Werkzeug möglich ist. Wird zum Beispiel das hintere Werkzeug benötigt, wird mit dem ersten Greifelement das vordere Werkzeug entfernt, der Greifer so positioniert, daß das zweite Greifelement bereit ist, welches dann das hintere, nun freie Werkzeug, ergreift. Das erste Werkzeug wird dann auf dem freien hinterem Werkzeugplatz wieder abgelegt, wobei die Steuerung, insbesondere die Werkzeugverwaltung, die neuen Position des wiedereingelagerten Werkzeuges erfährt. Durch solch eine Ausgestaltung sind natürlich auch schwierigere Einlagerungs- und Lageranordnungen bewältigbar, wobei die entsprechenden Vorbereitungsmaßnahmen in Totzeiten der Roboteransteuerung, wenn zum Beispiel keine Werkzeugwechsel durchzuführen sind, vorbereitete werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Roboter zwei oder mehrere Arbeitsspindeln (auch von unterschiedlichen Werkzeugmaschinen) mit Werkzeugen ver- und entsorgt. Es ist zum Beispiel vorgesehen ein verhältnismäßig umfangreiches Zentrallager zu unterhalten, aus welchem heraus Werkzeugmaschinen beziehungsweise Bearbeitungszentren, die um das Lager herum angeordnet sind, von einem Roboter aus mit Werkzeugen bestückt werden. Während der Bearbeitungszeit bei der ersten Werkzeugspindel ist es daher möglich, daß das System für die zweite Arbeitsspindel das nun benötigte Werkzeug auswählt, herantransportiert und vielleicht sogar schon wechselt. Aufgrund der hohen Geschwindigkeit des Roboters ist es daher möglich mehrere Arbeitsspindeln gleichzeitig mit Werkzeugen zu versorgen.

In einer weiteren Variante der Erfindung ist vorgesehen, daß der Roboter verfahrbar angeordnet ist. Für den Fall, daß der

DE 299 02 127 U1

110299

Roboter zum Beispiel auf ein verhältnismäßig langes Lager zugreift, ist eine Beweglichkeit des Roboters von Vorteil. Es ist aber auch günstig, wenn der Roboter für mehrere Arbeitsspindeln bezüglich des Werkzeugwechsels verantwortlich ist, den Roboter beweglich auszugestalten, um einen größeren Arbeitsraum des Roboters zu ermöglichen.

Für das Ein- und Ausliefern von Werkzeugen ist an dem Lager ein Ein-/Auslieferungskarussell vorgesehen. Dieses Karussell ist schleußenartig gebildet, und bietet somit für das Bedienpersonal die Möglichkeit, neue Werkzeuge in das System einzuwechseln, oder aber von dem System ausgeschiedene Werkzeuge (zum Beispiel wegen Bruch des Werkzeuges oder Ablauf der Standzeit oder sonst vom Bedienpersonal ausgewählten Gründen) zu entnehmen. Aufgrund der Schleußenanordnung ist es möglich, daß der normale Betrieb des Systemes hierzu nicht unterbrochen werden muß. Sobald neue Werkzeuge in das System eingeschleußt sind, wird dies der Steuerung mitgeteilt und das System sortiert die Werkzeuge, sobald hierfür Zeit frei ist, also falls nicht gerade ein Werkzeugwechsel durchzuführen ist, in das Lager ein.

Bekannte Bearbeitungszentren werden mit einer Vielzahl von Werkzeugen (bis zu 500 Werkzeugen und mehr) betrieben. Es ist daher günstig, in den Systemen eine Werkzeugidentifikationseinheit vorzusehen, welche die Daten des identifizierten Werkzeuges an eine Werkzeugsteuerung übermittelt. Für die Verwaltung der Werkzeuge wird hierbei eine eigene Werkzeugsteuerung vorgesehen. Die Werkzeugsteuerung ist dabei auch mit der Steuerung des Roboters einbindbar oder aber in einem davon getrennten Modul angeordnet. Das Werkzeug wird hierbei an den unterschiedlichsten Kriterien identifiziert. Es ist zum Beispiel möglich unter der Werkzeugidentifikationseinheit eine Vermessungsstation zu verstehen, die die Maße des Werkzeuges, also seine Dimensionen, vermißt und auch das Gewicht bestimmt. Aufgrund dieser Informationen wird ein entsprechend günstiger Lagerort

DE 29902127 01

110299

im Lager ausgewählt. Es ist aber auch möglich, an dem Werkzeug einen Identitätsnachweis, zum Beispiel einen Barcode, einen Transponder oder ein sonstige Mittel vorzusehen, durch welches werkzeugspezifische Informationen von einem Lesegerät der Werkzeugidentifikationseinheit ausgewertet werden und diese Informationen an die Werkzeugsteuerung weitergegeben werden. In diesem Fall ist in der Werkzeugsteuerung zum Beispiel ein Katalog vorgesehen, aus dem sich für die Steuerung die relevanten Daten ergeben, oder aber, falls ein solches Werkzeug noch unbekannt ist, wird der Bediener aufgefordert, dieses Werkzeug neu in die Werkzeugverwaltung einzuführen. Es ist auch vorgesehen, daß sich die Werkzeugidentifikationseinheit an dem Greifer befindet und die Steuerung automatisch, sobald ein Werkzeug ergriffen ist, die Werkzeugdaten aus der Werkzeugidentifikationseinheit ausliest und diese mit den Sollwerten aufgrund der Werkzeugdatenbank vergleicht. Durch eine solche Ausgestaltung wird ein sehr hohes Maß an Sicherheit erreicht, ohne dabei die Zeit für das Heraussuchen und Transportieren des Werkzeuges zu verlängern.

Günstigerweise wird hierbei die Werkzeugidentifikationseinheit in der Nähe des Ein-/Auslieferungskarusselles angeordnet, um für die Eingangsprüfung des Werkzeuges im System kurze Wege zur Verfügung zu stellen. In dem System werden hierbei entsprechende Programmabläufe vorgesehen, wobei in einem Multitasking-System ein paralleles Abarbeiten verschiedener Prozesse durch die Steuerung problemlos möglich ist.

Des weiteren ist es günstig, wenn in dem System eine Werkzeugprüfstation vorgesehen ist, und diese die Daten des überprüften Werkzeuges an die Werkzeugsteuerung übermittelt. Eine Werkzeugprüfstation überprüft zum Beispiel die Qualität des Werkzeuges, zum Beispiel seine Schneidleistung oder aber das Werkzeug wird auf Werkzeugbruch kontrolliert. Gerade bei vielbenutzten Werkzeugen ist es günstig, eine regelmäßige Überprüfung des Werk-

DE 29902 127 01

zeuges durchzuführen und das Werkzeug, wenn dieses zum Beispiel nicht mehr optimal ist, rechtzeitig aus dem System auszuscheiden. Dabei werden in dem System bevorzugt Zwillingswerkzeug- oder Mehrfach-Schwesterwerkzeuge-Strategien gefahren, um das Ausscheiden eines Werkzeuges problemlos ausgleichen zu können. Dabei ist es günstig, daß das System über eine entsprechende Werkzeugverwaltung verfügt, die die Werkzeuge nach den unterschiedlichen Kriterien auszuscheiden vermag und so einen sicheren Betrieb des Systemes und auch der damit versorgten Werkzeugmaschine bewirkt.

In einer erfindungsgemäßen Weiterentwicklung ist vorgesehen, daß die Steuerung des Systemes eine Robotersteuerung für Roboter und eine Werkzeugsteuerung für die Verwaltung der Werkzeuge aufweist. Es werden für die verschiedenen Anwendungsbereiche verschiedene Module vorgeschlagen, die jeweils auf den Verwendungszweck optimierbar sind. Hierbei wird insbesondere im Bereich der Werkzeugverwaltung eine komfortabel geführte Datenbank angeboten, die steuerungstechnisch entsprechend mit der Robotersteuerung oder aber auch mit der Steuerung der Arbeitspindel zusammenwirkt. Für die Ausgestaltung der Steuerung wird hierbei auf modernste Werkzeuge der Computertechnologie zurückgegriffen. Neben dem Konzept des Multitasking, also des Ablauffenlassens verschiedener unterschiedlicher Prozesse zur gleichen Zeit mit einem Prozessor, ist auch eine angenehme, komfortable Steuerung des Systemes mit Hilfe einer grafischen Bedienoberfläche vorgesehen. Neben dem vorgeschlagenen Modulaufbau ist die erfindungsgemäße Anordnung aber in gleicher Weise auch in einem größeren, komplexen, einheitlichen Steuerungssystem möglich.

In der Zeichnung ist die Erfindung schematisch dargestellt. Es zeigen:

110099

In Fig. 2 ist in einer Seitenansicht insbesondere der Roboter 20 angedeutet. Der Roboter 20 weist einen Standfuß 22 auf, der in dem hier gewählten Ausführungsbeispiel fest mit dem Fundament verbunden ist. Um die Flexibilität des Systems zu erhöhen ist aber vorgesehen, den Roboter 20 beweglich, zum Beispiel auf einer Schienenbahn gelagert, auszugestalten. Durch eine solche Verfahrbarkeit wird der Arbeitsraum des Roboters 20 deutlich erhöht. Dies wird zum einen für ein größeres Lager 1 ausgenutzt, oder aber für eine Mehrzahl von Arbeitsspindeln beziehungsweise Werkzeugmaschinen, die aus dem Lager 1 heraus beschickt werden.

Der Roboter 20 besteht aus mehreren Armelementen 21, die mit den Gelenken 29 untereinander gelenkig verbunden sind. Der hier dargestellte Roboter 20 ist zum Beispiel einem menschlichen Arm nachempfunden und erlaubt eine 5- oder 6-Achsen-Manipulation des Greifers 25, der sich am vorderen Ende des letzten Armelementes 24 (nach dem letzten Gelenk 26) befindet. Mit 28' beziehungsweise 28'' sind zwei verschiedene vertikale Anordnungen des letzten beziehungsweise vorletzten Armelementes 24, 21 des Roboters 20 gezeigt. Neben dem beachtlichen Arbeitsraum 23 aufgrund der 360°-Beweglichkeit des Roboters 20 und der Ansteuerung jedes Punktes auf dieser Fläche, ist auch eine beachtliche vertikale Erstreckung und Erreichbarkeit durch den Roboter gegeben. Dies kann dann so ausgenutzt werden, in dem Regallager 1 eine Vielzahl von Werkzeugreihen 11 anzuordnen. Um das Werkzeug 8 optimal zu ergreifen ist vorgesehen, daß der Greifer 25 um eine horizontale Achse drehbar ist. Die verschiedenen Stellungen des Greifers 25 sind in den Positionen 28' und 28'' angedeutet. Sie erlauben es, unterschiedlich orientierte Werkzeuge 8 gleichförmig zu ergreifen und zur Arbeitsspindel 3 zu transportieren.

Der Aufbau des Lagers 1 ist gegenüber der in Fig. 1 gezeigten Ausgestaltung anders gewählt. Es sind mehrere Werkzeugreihen

08 29902 12711

übereinander angeordnet, das heißt die Werkzeugschäfte 80 sind übereinander positioniert und nur im obersten und untersten Bereich ist eine Werkzeugreihe nach innen vorgezogen um im kugelförmigen Wirkungs- und Arbeitsraum des Roboters das Werkzeug zu lagern.

In Fig. 2 ist bei der unteren Werkzeugreihe 10 noch angedeutet, daß sich bei dieser Werkzeugreihe in der gleichen horizontalen Ebene noch eine weitere Werkzeugreihe 14 befindet. Es ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß nicht nur die Werkzeugreihen vertikal nebeneinander angeordnet sind, sondern auch horizontal oder schräg nebeneinander. Durch einen Greifer, der mit einem oder auch mit mehreren Greifelementen ausgestattet ist, ist es möglich, auch verhältnismäßig weit hinten liegende Werkzeuge 8 mit verschiedenen "Auspack"-Strategien zu erreichen. Bei einem Greifer der nur mit einem einzigen Greifelement ausgestattet ist, sind hierzu zum Beispiel Wechselplätze im Regal vorgesehen, auf denen die davorliegenden Werkzeuge zwischengelagert werden. Nachdem das gewünschte, hintenliegende Werkzeug freigelegt ist, wird dieses entsprechend zur Arbeitsspindel transportiert und dort gegebenenfalls eingesetzt. Die zwischengelagerten Werkzeuge werden dann, wenn der Roboter wieder in einer Totzeit ist, eingelagert. Die Daten der Werkzeuge werden der Werkzeugsteuerung wieder mitgeteilt. Eleganter erfolgt eine solche Strategie bei Greifern, die mit mehreren Greifelementen ausgestattet sind, da dann unter Umständen eine Zwischenlagerung auf Zwischenlagerplätzen nicht nötig ist.

In Fig. 3 ist in einem Blockschaltbild der Aufbau der Steuerung der Werkzeugverwaltung angedeutet. Zentrales Element bei dieser Ausgestaltung ist die Steuerung der Werkzeugverwaltung, die von einer Vielzahl von Computer (PC's) ansteuerbar ist. Die Werkzeugverwaltung umfaßt dabei eine Datenbank mit den Werkzeuginformationen wie Dimension, Standzeiten und Bearbeitungsprogrammen. Auf Anforderung der Steuerung der Arbeitsspindel

110099

del wird das dann benötigte Werkzeug aus dem Lager geholt und zur Arbeitsspindel transportiert. Die Spindelsteuerung steht gegebenenfalls in Kommunikation mit der Steuerung der Werkzeugverwaltung. Sobald das Werkzeug in die Arbeitsspindel der Werkzeugmaschine eingesetzt ist, signalisiert die Steuerung der Werkzeugverwaltung der Steuerung der Arbeitsspindel, daß der Werkzeugwechselprozeß abgeschlossen ist. Ein ähnliches Zusammenwirken der beiden Steuerungen findet zum Beispiel auch bei einem Werkzeugabgleich statt, bei welchem die Bearbeitung erst beginnt, wenn alle benötigten Werkzeuge eingeliefert und gegebenenfalls geprüft/vorgelegt sind.

Die Steuerung der Arbeitsspindel nimmt, nachdem das entsprechende Werkzeug eingelegt worden ist, die Bearbeitung auf und meldet der Werkzeugverwaltung das Ende der Bearbeitung zurück, damit diese das nächste Werkzeug, welches in der Zwischenzeit bereits vorbereitet wurde, einwechseln kann. Neben den Bearbeitungsdaten verwaltet die Werkzeugverwaltung aber auch die Positionsdaten der Werkzeuge im Lager 1. Diese Positionsdaten werden der Maschinensteuerung des Roboters 20 übermittelt, wenn dieses Werkzeug benötigt wird und der Roboter 20 wird von seiner Maschinensteuerung an die entsprechende Position geführt, ergreift das Werkzeug und positioniert dieses im Bereich der Arbeitsspindel vor.

Die Werkzeugverwaltung organisiert aber auch eine Werkzeugüberprüfung, die durch eine Werkzeugprüfstation durchgeführt wird. Im Falle, daß schadhafte Werkzeuge erkannt werden oder aber die Standzeiten, welche von der Verwaltung ebenfalls erfaßt werden, des Werkzeuges abgelaufen ist, weist die Steuerung der Werkzeugverwaltung die Maschinensteuerung des Roboters an, dieses Werkzeug über das Ein-/Auslieferungskarussell 5 aus dem System auszuscheiden.

Werden neue Werkzeuge eingeliefert, wobei dies in der Regel

DE 29902 127 01

110299

ebenfalls über das Ein-/Auslieferkarussell 5 erfolgt, werden diese über eine Werkzeugidentifikationseinheit geführt, um die relevanten Daten des Werkzeuges der Steuerung der Werkzeugverwaltung mitzuteilen, die diese Daten in einer entsprechenden Datenbank hinterlegt. Es können hierbei verschiedene Identifikationskriterien vorgesehen werden. Neben einer physikalischen Vermessung des Werkzeuges nach Dimension, Gewicht, Beschaffenheit der Schneiden und so weiter, können aber auch Identifikationsmittel an dem Werkzeug angeordnet sein, die von der Identifikationseinheit ausgelesen werden. Dies können zum Beispiel Barcodierungen, Transponder, Chips oder sonstige Datenübertragungsmittel sein. Die an die Werkzeugverwaltung zum Beispiel über Netzwerk angeschlossenen PC's erlauben eine komfortable Steuerung der Werkzeugverwaltung und somit des ganzen Systems einschließlich der Werkzeugmaschine. Die Fertigungsdaten aus der Konstruktion werden über das Netzwerk in die Steuerung übertragen und entsprechend aufbereitet, wobei dann nur noch das entsprechende Werkstück an der Werkzeugmaschine einzulegen ist. Aufgrund der hohen Flexibilität des Systemes kann selbst diese Arbeit durch den Roboter 20 erledigt werden.

In den Fig. 4, 5 und 6 sind verschiedene Ausgestaltungen des Doppelgreifers 4 vorgesehen. Der Greifer 25 oder der Doppelgreifer 4 befinden sich am letzten Armelement 24 hinter dem letzten Gelenk 26. Der Doppelgreifer 4 besteht hierbei aus zwei, in einem gewissen Winkel zueinander orientierten Greifzangen 41, 42. Der Winkel α zwischen den beiden Greifzangen 41, 42 ist in den hier dargestellten Ausgestaltungen unterschiedlich und kann durch eine entsprechende Konstruktion verändert werden, wodurch eine noch höhere Flexibilität der Vorrichtung erreicht wird. Der Doppelgreifer (und natürlich auch der Greifer 25) sind um eine horizontal orientierte Drehachse 40 verschwenkbar. Die Drehachse 40 hängt aber von der tatsächlichen Anordnung der vorgeordneten Armelemente 21 im Raum ab. Die Drehachse 40 kann daher unterschiedlich Orientierungen im Raum einnehmen.

DE 29802127.1

11.02.99

Aufgrund des erfindungsgemäßen Vorschlages, einen mehrgelenkigen Roboter für das Verwalten und Einlegen der Werkzeuge vorzusehen, kann im Bereich der Robotersteuerung auf die hier zigtausendfach vorhandenen Anwendungsbeispiele zurückgegriffen werden, wobei der Roboter aufgrund seiner Beweglichkeit und der unterschiedlichen Dimensionierungen den unterschiedlichsten Anwendungsfällen optimal anpaßbar ist, wodurch eine sehr hohe Flexibilität bei verhältnismäßig geringen kostenmäßigen Aufwand für das Serienprodukt Roboter zu einem sehr günstigen Nutzen-/Kostenverhältnis führt.

Die jetzt mit der Anmeldung und später eingereichten Ansprüche sind Versuche zur Formulierung ohne Präjudiz für die Erzielung weitergehenden Schutzes.

Die in den abhängigen Ansprüchen angeführten Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des jeweiligen Unteranspruches hin. Jedoch sind diese nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmale der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen.

Merkmale, die bislang nur in der Beschreibung offenbart wurden, können im Laufe des Verfahrens als von erfindungswesentlicher Bedeutung, zum Beispiel zur Abgrenzung vom Stand der Technik beansprucht werden.

DE 299 02 127 U 1

17/4

0 9. FEB. 1999

Schutzansprüche:

1. System zum Wechseln und Einlegen beziehungsweise Vorlegen von Werkzeugen an Werkzeugmaschinen, wobei die Werkzeuge in einem Lager vorgehalten werden, und eine Vorrichtung vorgesehen ist, die mindestens teilweise entlang mehrerer Achsen beweglich ist und die Werkzeuge aus dem Lager zu der Arbeitsspindel der Werkzeugmaschine transportiert und gegebenenfalls die Werkzeuge in diese einsetzt und gegebenenfalls wieder in das Lager zurückbringt, dadurch gekennzeichnet, daß als Vorrichtung (2) ein aus mehreren, gelenkig (29) miteinander verbundenen Armelementen (21) bestehender Roboter (20) vorgesehen ist.
2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (1) durch mehrere, übereinander angeordnete Werkzeugreihen (10, 11) gebildet ist und das Lager (1) im Arbeitsraum (23) des Roboters (20) angeordnet ist.
3. System nach einem oder beiden der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugreihen (10, 11) des Lagers (1) tribühnenartig angeordnet sind.

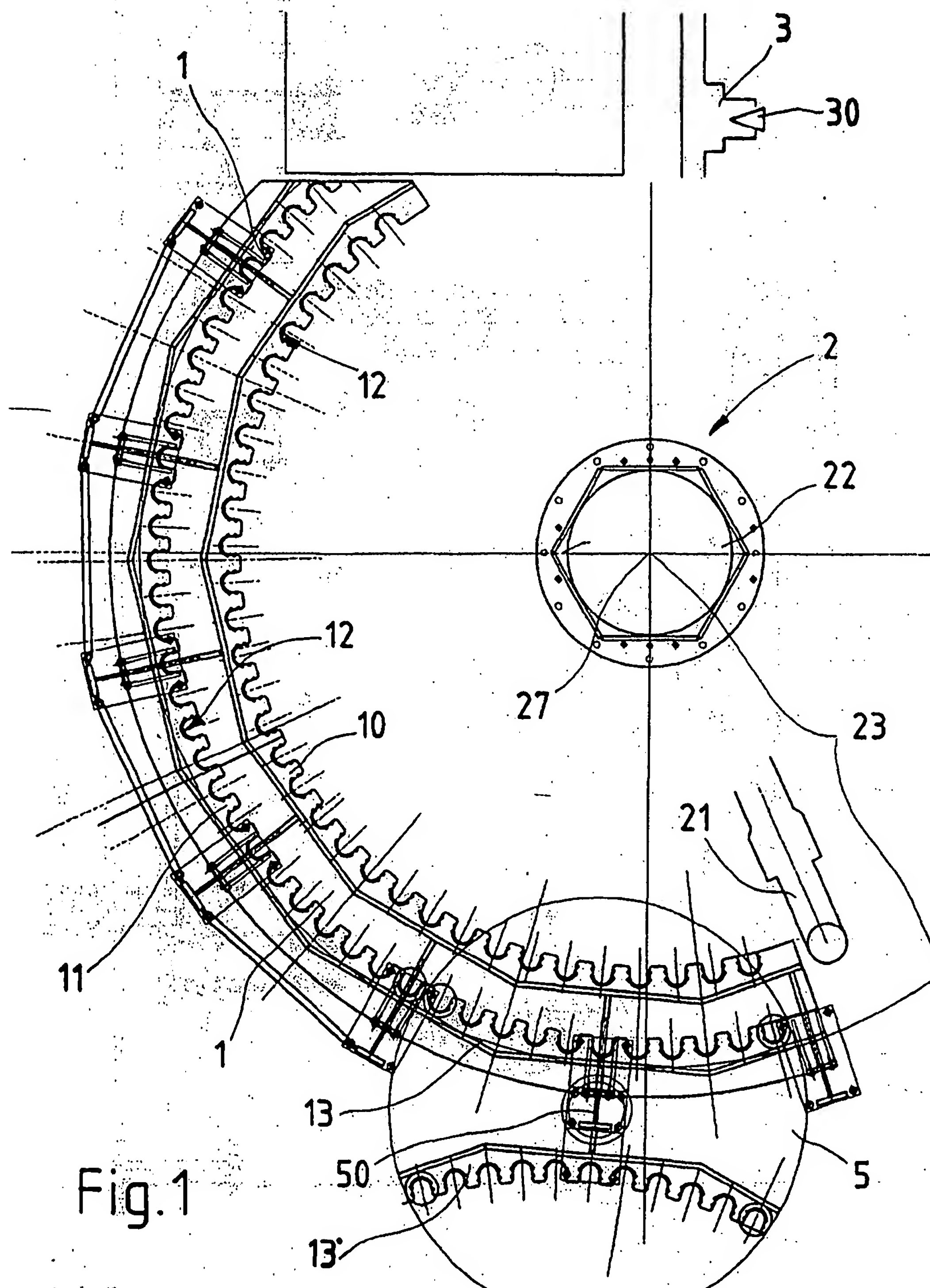
4. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager (1) aus beweglichen Regalelementen besteht, die jeweils in den Arbeitsraum (23) des Roboters (20) bringbar sind.
5. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei oder mehrere Werkzeugreihen nebeneinander angeordnet sind.
6. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) am letzten Armelement (24) einen Doppelgreifer (4) mit zwei Greifelementen (41, 42) besitzt, und das erste Greifelement (41) das neue Werkzeug (8) hält, während das zweite Greifelement (42) das alte Werkzeug (8) aus der Arbeitsspindelaufnahme (30) entnimmt.
7. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) mit einem Doppelgreifer (4) im Lager zwei benachbarte Werkzeuge nacheinander oder gleichzeitig mit den beiden Greifelementen (41, 42) ergreift.
8. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) am letzten Armelement (21) einen Vierfachgreifer besitzt, um an Maschinen mit zwei Arbeitsspindeln gleichzeitig die Werkzeuge (8) zu wechseln.
9. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) auch für einen Werkstückwechsel dient.

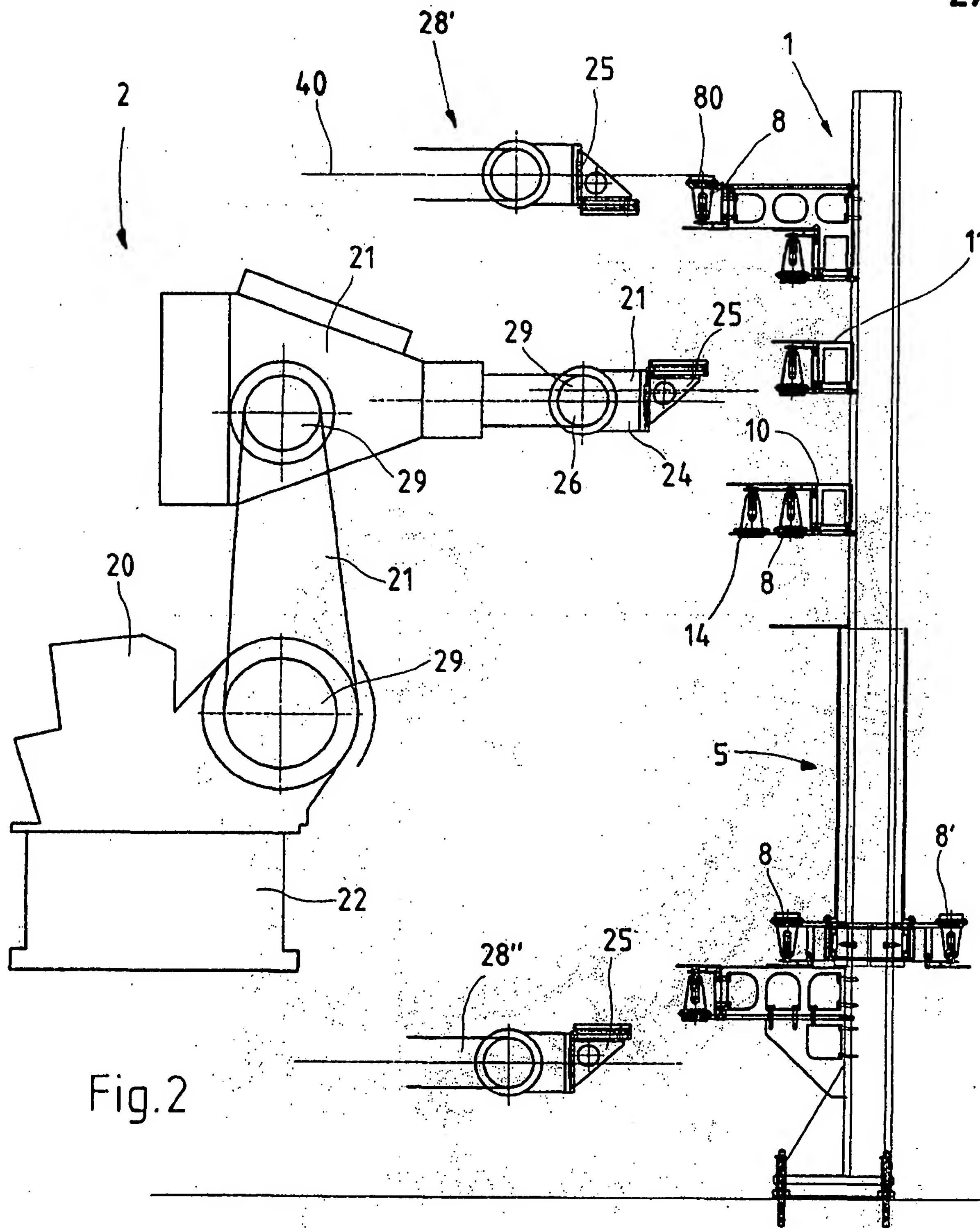
10. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) zwei oder mehrere Arbeitsspindeln (3), auch von unterschiedlichen Werkzeugmaschinen mit Werkzeugen (8) versorgt und entsorgt.
11. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Roboter (20) verfahrbar angeordnet ist.
12. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ein-/Auslieferungskarussell (5) am Lager (1) vorgesehen ist.
13. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Werkzeugidentifikationseinheit vorgesehen ist und diese die Daten des identifizierten Werkzeuges (8) an eine Werkzeugsteuerung übermittelt.
14. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Werkzeugprüfungsvorrichtung vorgesehen ist und diese die Daten des überprüften Werkzeuges (8) an die Werkzeugsteuerung übermittelt.
15. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Steuerung des Systemes eine Robotersteuerung für den Roboter (20) und eine Werkzeugsteuerung für die Verwaltung der Werkzeuge vorgesehen ist.
16. System nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Werkzeugsteuerung computer- oder microprozessorgestützt ist und das Programm der Werkzeugsteuerung eine oder mehrere der nachfolgenden Funktionalitäten aufweist:

- a) Verwaltung der Standzeiten der Werkzeuge;
- b) Zuordnung von Verwendungszwecken und Bearbeitungsprogrammen zu einem Werkzeug;
- c) Übergabe des Bearbeitungsprogrammes an die Steuerung der Arbeitsspindel bei Übergabe des Werkzeuges in die Arbeitsspindel;
- d) Aufgrund der Werkzeugabmessungen und/oder Standzeiten des Werkzeuges optimierte Lagerung der Werkzeuge im Lager;
- e) Regelmäßiges Überprüfen von Werkzeugen durch die Werkzeugprüfstation;
- f) Automatische Identifikation von neuen, in das System eingelieferten Werkzeugen.

Patentanwalt







DÉMELEL

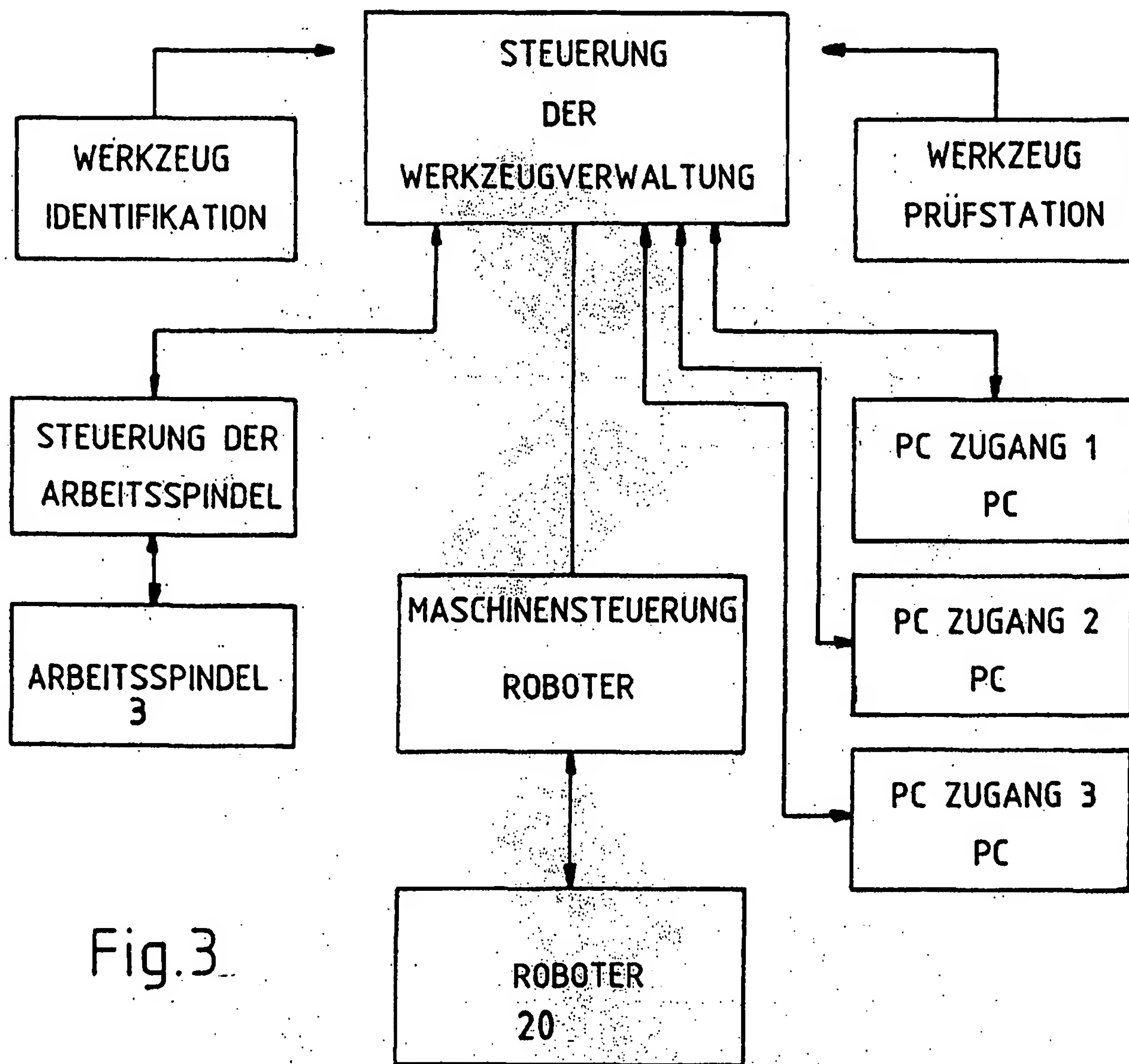


Fig.3

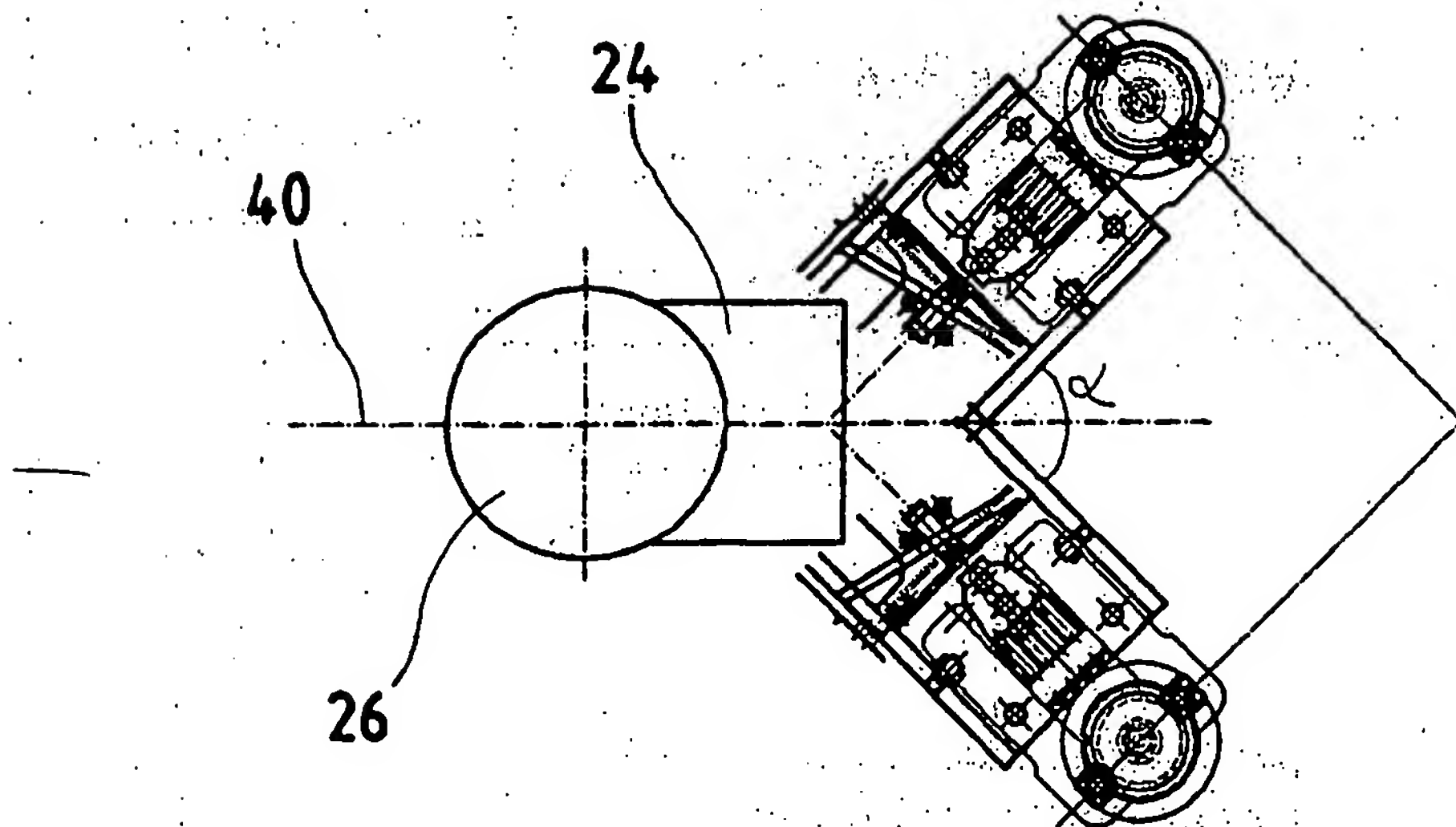


Fig. 4

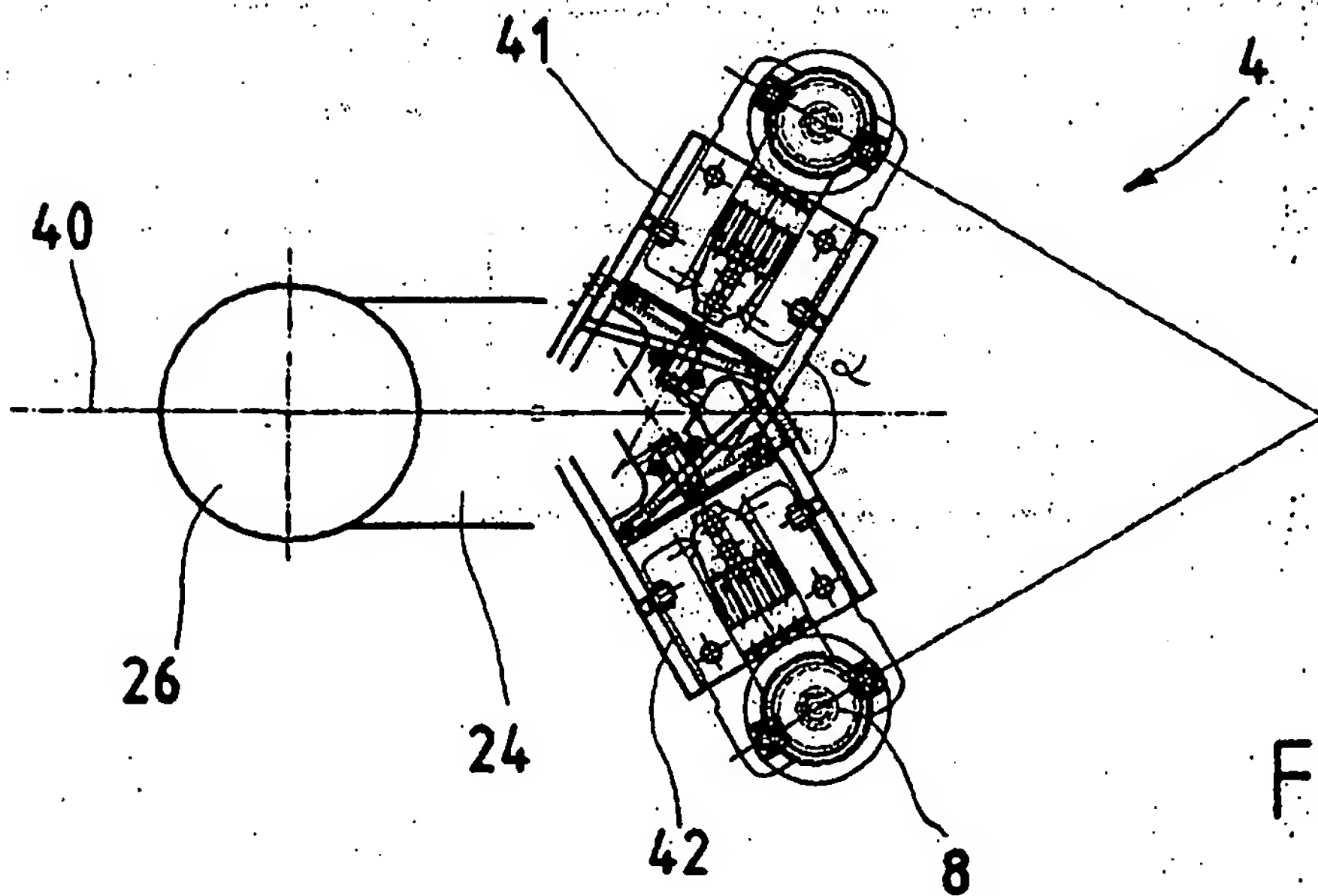


Fig. 5

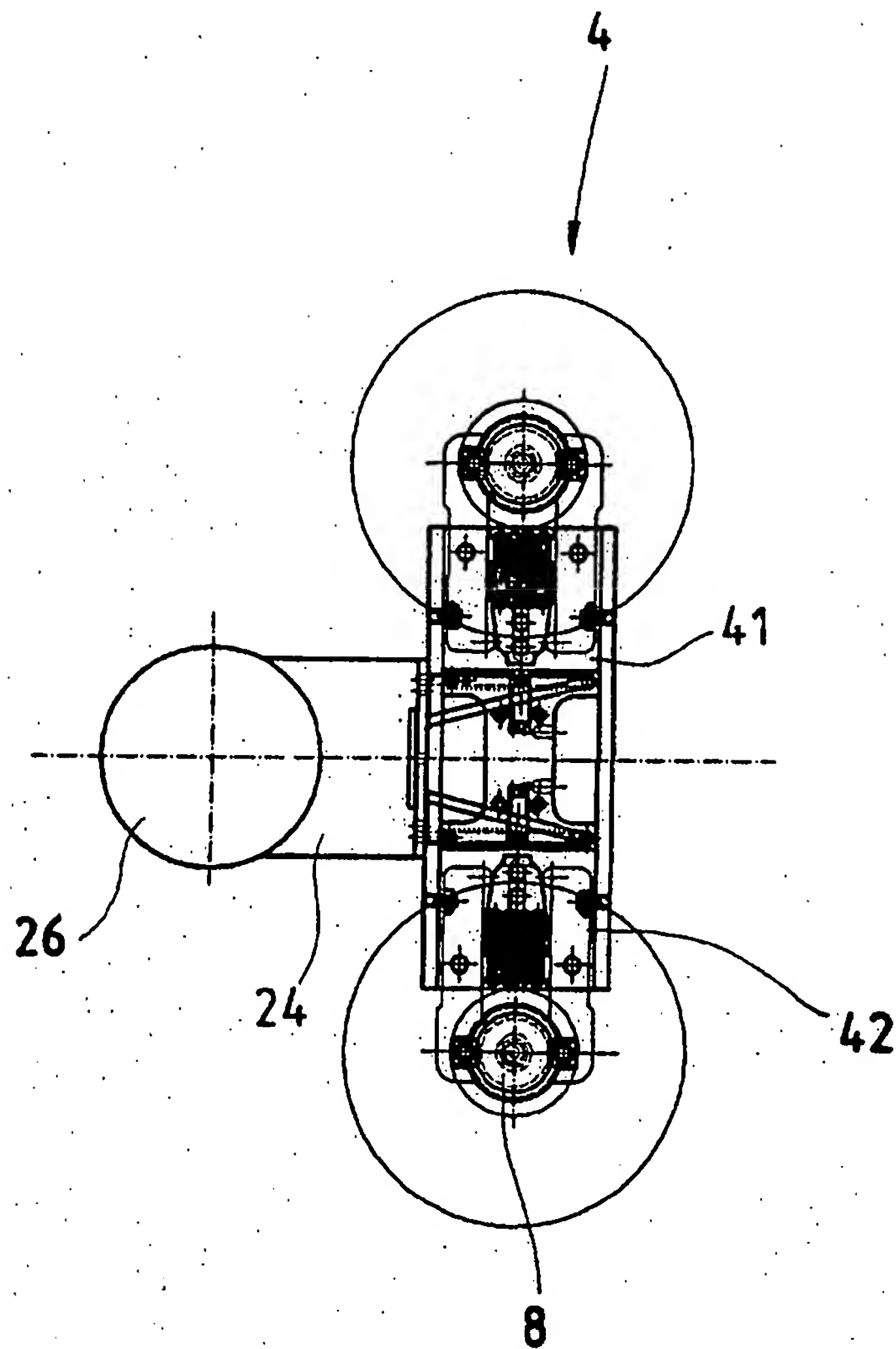


Fig.6